

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-4566

(P2004-4566A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int.Cl.⁷
G02B 13/00
G02B 13/18
H04N 5/225F I
G02B 13/00
G02B 13/18
H04N 5/225テーマコード(参考)
2H087
5C022

D

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2003-42787 (P2003-42787)
(22) 出願日 平成15年2月20日 (2003. 2. 20)
(31) 優先権主張番号 特願2002-83880 (P2002-83880)
(32) 優先日 平成14年3月25日 (2002. 3. 25)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)(71) 出願人 000001270
コニカミノルタホールディングス株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
(74) 代理人 100090033
弁理士 荒船 博司
山口 道
東京都八王子市石川町2970番地 コニ
カ株式会社内
(72) 発明者 佐藤 裕志
東京都八王子市石川町2970番地 コニ
カ株式会社内
F ターム(参考) 2H087 KA03 PA03 PA17 PB03 QA02
QA06 QA14 QA22 QA25 QA32
QA42 QA45 RA05 RA12 RA13
RA34 RA43 UA01
5C022 AA12 AA13 AC42 AC54

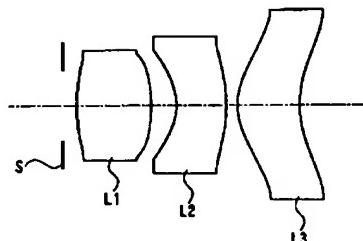
(54) 【発明の名称】撮像レンズ、これを備える撮像装置、撮像ユニット及び撮像ユニットを備える携帯端末

(57) 【要約】

【課題】従来より小型で、諸収差を良好に補正した撮像レンズを提供する

【解決手段】物体側から順に、開口絞りS、正の屈折力を有する両凸形状の第1レンズL1、負の屈折力を有し、物体側に凹面を向けた第2レンズL2、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第3レンズL3を配置した、という構成を探っている。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

物体側から順に、開口絞り、正の屈折力を有する両凸形状の第1レンズ、負の屈折力を有し、前記物体側に凹面を向けた第2レンズ、前記物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第3レンズを配置したことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 2】

前記第3レンズは正の屈折力を有することを特徴とする請求項1記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第1レンズ、第2レンズ、第3レンズのいずれもが、少なくともいずれか一方の面に非球面を有していることを特徴とする請求項1又は2記載の撮像レンズ。 10

【請求項 4】

前記開口絞りから像側焦点までの光軸上の距離を L 、有効画面对角線長を $2Y$ 、前記第1レンズの焦点距離を f_1 、前記第3レンズの焦点距離を f_3 、撮像レンズ全系の焦点距離を f としたときに、下記の(1)～(3)の条件式を満たすことを特徴とする請求項1、2又は3記載の撮像レンズ。

$$L/2Y < 1.50 \quad (1)$$

$$0.50 < f_1/f < 0.95 \quad (2)$$

$$1.00 < f_3/f < 1.40 \quad (3)$$

【請求項 5】

前記第2レンズのd線に対する屈折率を N_2 、前記第2レンズの物体側面の曲率半径を R_3 、撮像レンズ全系の焦点距離を f としたときに、下記の(4)の条件式を満たすことを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の撮像レンズ。 20

$$-0.60 < R_3/((N_2 - 1) \cdot f) < -0.20 \quad (4)$$

【請求項 6】

前記第1レンズのアッベ数を v_1 、前記第2レンズのアッベ数を v_2 としたときに、下記の(5)の条件式を満たすことを特徴とする請求項1、2、3、4又は5記載の撮像レンズ。

$$25 < v_1 - v_2 \quad (5)$$

【請求項 7】

前記第1、第2、第3レンズはいずれもプラスチック材料から形成されていることを特徴とする、請求項1、2、3、4、5又は6記載の撮像レンズ。 30

【請求項 8】

前記第1、第2、第3レンズはいずれも飽和吸水率0.7%以下のプラスチック材料から形成されていることを特徴とする、請求項7記載の撮像レンズ。

【請求項 9】

前記第1レンズと第2レンズの間隔、或いは第2レンズと第3レンズの間隔の、少なくとも一方の間隔に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置したことを特徴とする請求項7又は8記載の撮像レンズ。

【請求項 10】

前記第1レンズはガラス材料からなり、

40

前記第2、第3レンズはいずれもプラスチック材料から形成されていることを特徴とする、請求項1、2、3、4、5又は6記載の撮像レンズ。

【請求項 11】

前記第2、第3レンズの合成焦点距離を f_{23} 、撮像レンズ全系の焦点距離を f としたときに、下記の(6)の条件式を満たすことを特徴とする請求項10記載の撮像レンズ。

$$f/|f_{23}| < 0.4 \quad (6)$$

【請求項 12】

前記第2、第3レンズはいずれも飽和吸水率0.7%以下のプラスチック材料から形成されていることを特徴とする、請求項10又は11記載の撮像レンズ。

【請求項 13】

50

前記第1レンズと第2レンズの間隔、或いは第2レンズと第3レンズの間隔の、少なくとも一方の間に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置したことを特徴とする請求項10、11又は12記載の撮像レンズ。

【請求項14】

光電変換部を有する固体撮像素子と、

前記固体撮像素子の前記光電変換部に被写体像を結像させるための、請求項1から13のいずれか一項記載の撮像レンズとを備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項15】

光電変換部を有する固体撮像素子と、

前記固体撮像素子の前記光電変換部に被写体像を結像させるための、請求項1から13の10いずれか一項記載の撮像レンズと、

前記固体撮像素子を保持すると共に電気信号の送受を行う外部接続用端子を有する基板と、

物体側からの光入射用の開口部を有し遮光部材からなる筐体と、が一体的に形成された撮像ユニットであって、

前記撮像ユニットの前記撮像レンズ光軸方向の高さが10 [mm] 以下であることを特徴とする撮像ユニット。

【請求項16】

請求項15記載の撮像ユニットを備えることを特徴とする携帯端末。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CCD型イメージセンサやCMOS型イメージセンサ等の固体撮像素子の光学系として好適な撮像レンズとこれを備える撮像装置、撮像ユニット及び携帯端末に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

近年、CCD (Charged Coupled Device) 型イメージセンサあるいはCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 型イメージセンサ等の固体撮像素子を用いた撮像装置の高性能化、小型化に伴い、撮像装置を備えた携帯電話やパソコンコンピューターが普及しつつある。

35

そして、これら携帯電話やパソコンコンピューターの小型化或いは機能の増加による高密度化に伴い、これらの撮像装置の小型化を図るために当該撮像装置に搭載される撮像レンズへのさらなる小型化への要求が高まっている。

【0003】

このような小型の撮像装置用の撮像レンズとして、1枚あるいは2枚構成の撮像レンズに比べ高性能化が可能という理由から、近年では、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ、負の屈折力を有する第2レンズ、正の屈折力を有する第3レンズを配置した3枚構成の撮像レンズが一般的となりつつある。このような、いわゆるトリプレットタイプの撮像レンズは、特許文献1に開示されている。

40

【0004】

【特許文献1】

特開2001-75006号公報(第1図)

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献1に記載されているタイプの撮像レンズは、広い画角を確保しながら諸収差が良好に補正されたタイプではあるが、その一方では撮像レンズ全長(撮像レンズ全系の最も物体側の面から像側焦点までの距離、但し、最も物体側に開口絞りが配置される撮像レンズにおいては、開口絞りから像側焦点までの距離をいう)の小型化には向いていなかった。

50

本発明はこのような問題点に鑑み、従来タイプより小型でありながらも、諸収差を良好に補正した、トリプレットタイプの撮像レンズを提供することを目的とする。

[0006]

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明は、物体側から順に、開口絞り、正の屈折力を有する両凸形状の第1レンズ、負の屈折力を有し、物体側に凹面を向けた第2レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第3レンズを配置する、という構成を探っている。

[0007]

上記構成は、最も物体側に開口絞りを配置していることから射出瞳位置を像面から遠ざけることができる。射出瞳が像面から遠くなると、レンズ最終面を射出した光束の主光線が固体撮像素子に垂直に近い角度で入射するようになり、即ちテレセントリック特性を良好に確保でき、画面周辺部におけるシェーディング現象を軽減することができる。
10

また、上述の撮像レンズの基本構成は、正の第1レンズおよび負の第2レンズ、および第3レンズからなる。また、比較的屈折力の大きい正の両凸形状の第1レンズと、負の第2レンズとを前方に配置することで、テレフォトタイプに近い構成とし、撮像レンズ全長の短縮化を図っている。

[0008]

請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明と同様の構成を備えると共に、第3レンズは正の屈折力を有する、という構成を探っている。かかる構成により、物体側から順に正の第1レンズ、負の第2レンズ、正の第3レンズが並び、いわゆるトリプレットタイプを構成することとなる。
20

[0009]

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズのいずれもが、少なくともいずれか一方の面に非球面を有する、という構成を探っている。

[0010]

上記構成にあっては、正の第1レンズに非球面を用いた場合、これにより、球面収差、コマ収差の補正が行われ、負の第2レンズに非球面を用いた場合、これにより、コマ収差、非点収差の補正が行われる。また、正の第3レンズは、最も像面に近接した位置に配置されていることから軸上光線と周辺光線で通過高さに差を生じることを利用し、非球面を用いて光軸から離れた画面周辺部の諸収差の補正を行いうる。
30

[0011]

請求項4記載の発明は、請求項1、2又は3記載の発明と同様の構成を備えると共に、開口絞りから像側焦点までの光軸上の距離をL、有効画面对角線長を2Y、第1レンズの焦点距離をf1、第3レンズの焦点距離をf3、撮像レンズ全系の焦点距離をfとしたときに、下記の(1)～(3)の条件式を満たす、という構成を探っている。

$$L/2Y < 1.50 \quad (1)$$

$$0.50 < f_1/f < 0.95 \quad (2)$$

$$1.00 < f_3/f < 1.40 \quad (3)$$

[0012]

上記構成における条件式(1)は撮像レンズ全長を規定し、小型化を達成するための条件である。式(1)における上限値を下回ることで、撮像レンズ全長を短くでき相乘的に撮像レンズ外径も小さくできる。なお、条件式(1)の計算に用いるLは、開口絞りから像側焦点までの距離であるが、像側焦点とは撮像レンズに光軸と平行な平行光線が入射した場合の像点をいう。また、第3レンズの像側面から像側焦点までの間にローパスフィルタ等の平行平板形状の光学部材が配置された場合には、これを空気換算距離に直した上で(1)式を満たす場合を含むものとする。
40

[0013]

さらに、条件式(2)は、正の第1レンズの屈折力を規定するものである。式(2)における下限値を上回ることで、第1レンズの正の屈折力の過度の増大を回避し、また極端に
50

小さな曲率半径にはならない。一方、上限値を下回ることで、第1レンズの正の屈折力の過度の低下を回避し、撮像レンズ全長の小型化に有利となる。

【0014】

条件式(3)は、正の第3レンズの屈折力を規定するものである。式(3)における下限値を上回ることで、第3レンズの正の屈折力過度の増大を回避し、第1レンズとの正の屈折力配分が適切となる(本発明においては $f_1 < f_3$ がより好ましい)。一方、上限値を下回ることで、第3レンズの正の屈折力の過度の低下を回避する。

【0015】

請求項5記載の発明は、請求項1, 2, 3又は4記載の発明と同様の構成を備えると共に、第2レンズのd線に対する屈折率をN2、第2レンズの物体側面の曲率半径をR3、撮像レンズ全系の焦点距離をfとしたときに、下記の(4)の条件式を満たす、という構成を探っている。

$$-0.60 < R3 / ((N2 - 1) \cdot f) < -0.20 \quad (4)$$

【0016】

上記構成における条件式(4)は、第2レンズの物体側面の、負の屈折力を適切に設定することにより、像面湾曲の補正を容易にし、像面を平坦にするための条件である(ここで、第2レンズ物体側面の焦点距離は、曲率半径(R3)と第2レンズの屈折力(N2)を用いて $R3 / (N2 - 1)$ で計算されるため、条件式(4)は第2レンズ物体側面の焦点距離と、撮像レンズ全系の焦点距離の比を表す式である)。

下限を上回ることで、第2レンズ物体側面の負の屈折力が必要以上に大きくなりすぎず、軸外光束のコマフレアの発生を抑えることができ、良好な画質が得られる。一方、上限を下回ることで、第2レンズ物体側面の負の屈折力を維持できるため、正のペツツバール和が減少し、像面湾曲の補正が容易になる。さらに、正の第1レンズで発生する球面収差やコマ収差を良好に補正することができる。

【0017】

請求項6記載の発明は、請求項1, 2, 3, 4又は5記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1レンズのアッペ数をv1、第2レンズのアッペ数をv2としたときに、

$$2.5 < v1 - v2 \quad (5)$$

を満たす、という構成を探っている。

【0018】

上記構成における条件式(5)は、正の第1レンズと負の第2レンズでの色収差補正の条件であり、その下限値を上回る設定とすることで、軸上色収差、倍率色収差の補正を行う。

【0019】

請求項7記載の発明は、請求項1, 2, 3, 4, 5又は6記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1, 第2, 第3レンズはいずれもプラスチック材料から形成されている、という構成を探っている。ここで、プラスチック材料から形成するとは、プラスチック材料を母材としてその表面に反射防止や表面硬度向上を目的としたコーティング処理を行った場合を含むものとする。以下の記載も全て同様とする。

【0020】

曲率半径や外径の小さな撮像レンズの生産に際しては、ガラスに比して、プラスチックの方が射出成形等の製造方法を用いることにより、量産に向いている。従って、上記構成では、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズ全てをプラスチックレンズで構成している。ここで、小径レンズであっても比較的容易に製造できるレンズとして、ガラスマールドレンズの採用も考えられるが、プラスチックレンズの方が製造コストを抑えた大量生産に向いているといえる。

【0021】

請求項8記載の発明は、請求項7記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1, 第2, 第3レンズをいずれも飽和吸水率0.7%以下のプラスチック材料から形成する、という構成を探っている。

10

20

30

40

50

プラスチックレンズはガラスレンズに比べ、飽和吸水率が大きいため、急激な湿度変化があると過渡的に吸水量の不均一分布が発生し、屈折率が均一にならず良好な結像性能が得られなくなる傾向にある。そこでその原因となる飽和吸水率が少ないプラスチックをレンズの材料と使用することにより、湿度変化による性能劣化の解消を図っている。

【0022】

請求項9記載の発明は、請求項7又は8記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1レンズと第2レンズの間隔、或いは第2レンズと第3レンズの間隔の、少なくとも一方の間に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置する、という構成を採っている。

【0023】

一般に、プラスチックレンズは結像に寄与しないフランジ部を外周部に有する形状とすることが容易である。このフランジ部に光が入射すると、ゴーストやフレアの原因となるため、二つのレンズ間隔の少なくとも一方の間に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置するのがよい。これにより、結像に必要な光束のみを通過させ、且つフランジ部への光の入射を最小限に抑えることができ、結果としてゴーストやフレアの発生を抑えることができる。なお、ここでいう遮光マスクとは、中央部に光透過用の開口を有する遮光性部材に限定されず、例えば、レンズのフランジ部に遮光塗料を塗布することにより形成されるものも含むものとする。また、上記遮光部材を使用する場合にあっては、全体形状についてはシート状部材に限定されるものではない。以下の記載も全て同様とする。

10

【0024】

請求項10記載の発明は、請求項1, 2, 3, 4, 5又は6記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1レンズはガラス材料からなり、第2, 第3レンズはいずれもプラスチック材料から形成されている、という構成を採っている。

20

【0025】

撮像レンズを構成するレンズを、射出成形により製造されるプラスチックレンズで構成すると、撮像レンズの小型軽量化と低コスト化には有利である。しかしながら、プラスチック材料は温度変化時の屈折率変化が大きいため、全てのレンズをプラスチックレンズで構成すると、温度により撮像レンズ全体の像点位置が変動してしまうという欠点を抱えている。

このような温度変化による像点位置の変動は、画素数の多い固体撮像素子を搭載し、かつオートフォーカス機構を持ち合わせていない撮像装置（いわゆるパンフォーカス方式の撮像装置）において特に問題となる。画素数の多い固体撮像素子であれば画素ピッチが小さく、画素ピッチに比例する焦点深度が狭くなるため、像点位置変動の許容幅が狭くなる。また、パンフォーカス方式の撮像装置は、もともと基準距離として数十cmの被写体にピントを合わせ、無限遠方から至近距離を被写界深度でカバーする方式である。従って、無限遠方や至近距離の被写体の画質は、基準距離の被写体の画質にくらべ若干量ピントのぼけた画像になっているため、温度変化時に像点位置変動が生ずると、無限遠方または至近距離の画質が極端に劣化するため好ましくない。

30

【0026】

本発明の構成では、正の第1レンズをガラス材料にて形成し、負の第2レンズ、正の第3レンズをプラスチック材料にて形成している。比較的正の屈折力の大きい第1レンズをガラスレンズとすることで、第1レンズの温度変化時の屈折率変化が無視でき、撮像レンズ全系での温度変化時の像点位置変動を小さく抑えることが可能な構成となる。

40

また、第1レンズをガラスレンズとすることで、傷つきやすいプラスチックレンズを露出させる必要がなく、好ましい構成である。

ここで、第1レンズにガラスマールドレンズを採用する場合、一般にガラス転移点(T_g)が高いガラスではモールドプレスを行う際のプレス温度を高く設定する必要があり、成形金型に消耗が生じやすい。その結果、成形金型の交換回数やメンテナンス回数が増加し、コストアップにつながってしまう。従って、ガラスマールドレンズを採用する場合には、 T_g が400[°C]以下のガラス材料を使用するのが望ましい。

【0027】

50

請求項 11 記載の発明は、請求項 10 記載の発明と同様の構成を備えると共に、第 2、第 3 レンズの合成焦点距離を f_{23} 、撮像レンズ全系の焦点距離を f としたときに、下記の(6)の条件式を満たす、という構成を探っている。

$$f / |f_{23}| < 0.4 \quad (6)$$

【0028】

条件式(6)は、プラスチックから形成された第2、第3レンズの合成焦点距離を規定するものである。条件式を満たすように合成焦点距離を大きくすることで、温度変化時のプラスチックレンズの像点位置変動への寄与を、負の第2レンズと正の第3レンズで相殺させることができとなり、温度変化時の像点位置変動を小さく抑えることができる。

【0029】

請求項 12 記載の発明は、請求項 10 又は 11 記載の発明と同様の構成を備えると共に、第 2、第 3 レンズはいずれも飽和吸水率 0.7% 以下のプラスチック材料から形成されている、という構成を探っている。

上記構成では、飽和吸水率が少ないプラスチックをレンズの材料と使用することにより、急激な湿度変化による吸水量の不均一分布を抑制し、屈折率の均一化を図っている。

【0030】

請求項 13 記載の発明は、請求項 10、11 又は 12 記載の発明と同様の構成を備えると共に、第 1 レンズと第 2 レンズの間隔、或いは第 2 レンズと第 3 レンズの間隔の、少なくとも一方の間隔に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置する、という構成を探っている。

上述のように、遮光マスクを設ける構成とすることで、周辺光束を規制して結像に必要な光束のみを通過させるので、プラスチック材料で形成された第2、第3レンズにフランジ部を設けても、当該フランジ部への光の入射を最小限に抑えることができ、結果としてゴーストやフレアの発生を抑えることができる。

【0031】

請求項 14 記載の発明は、光電変換部を有する固体撮像素子と、固体撮像素子の光電変換部に被写体像を結像させるための、請求項 1 から 13 のいずれか一項記載の撮像レンズとを備える、という構成を探っている。

上記構成では、前述した各請求項記載の撮像レンズを搭載することにより、前述した小型化、軽量化、高画質化等の利点を備える撮像装置を実現する。

なお、ここで撮像装置は、撮像を主目的とするカメラの他に、撮像機能を備える例えば携帯電話、PDA 等の携帯端末のような電子機器も含まれるものとする。

【0032】

請求項 15 記載の発明は、光電変換部を有する固体撮像素子と、固体撮像素子の光電変換部に被写体像を結像させるための、請求項 1 から 13 のいずれか一項記載の撮像レンズと、固体撮像素子を保持すると共に電気信号の送受を行う外部接続用端子を有する基板と、物体側からの光入射用の開口部を有し遮光部材からなる筐体と、が一体的に形成された撮像ユニットであって、撮像ユニットの撮像レンズ光軸方向の高さが 10 [mm] 以下である、という構成を探っている。

【0033】

上記構成では、請求項 1 ~ 13 記載のいずれか一の撮像レンズを用いることで、より小型化且つ高画質化等の利点を備える撮像ユニットを得ることができる。

なお、「光入射用の開口部」とは、必ずしも孔等の空間を形成するものに限らず、物体側からの入射光を透過可能な領域が形成された部分を指すものとする。

また、「撮像ユニットの撮像レンズの光軸方向長さが 10 [mm] 以下」とは、上記全ての構成を備えた撮像ユニットの光軸方向に沿った全長を意味するものとする。従って、例えば、基板の表の面上に筐体が設けられ、基板の背面に電子部品等が実装された場合にあっては、筐体の物体側となる先端部から背面上で突出する電子部品の先端部までの距離が 10 [mm] 以下となることを想定する。

【0034】

10

20

30

40

50

請求項 1 6 記載の発明は、請求項 1 5 記載の撮像ユニットを備える、という構成を探っている。

上記構成では、前述した請求項 1 5 記載の撮像ユニットを搭載することにより、前述した小型化、軽量化を図ると共に、高画質の撮像が可能な携帯端末を実現する。

【0035】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を図 1, 2 に基づいて説明する。図 1 は本実施形態たる撮像ユニット 50 の斜視図を示し、図 2 は撮像ユニット 50 の撮像光学系の光軸に沿った断面図である。上記撮像ユニット 50 は、光電変換部 51a を有する固体撮像素子としての CMOS 型イメージセンサ 51 と、このイメージセンサ 51 の光電変換部 51a に被写体像を撮像させる撮像レンズとしての撮像光学系 10 と、イメージセンサ 51 を保持すると共にその電気信号の送受を行う外部接続用端子 54 を有する基板 52 と、物体側からの光入射用の開口部を有し遮光部材からなる鏡筒としての筐体 53 とを備え、これらが一体的に形成されている。
10

【0036】

上記イメージセンサ 51 は、その受光側の平面の中央部に、画素（光電変換素子）が 2 次元的に配置された、受光部としての光電変換部 51a が形成されており、その周囲には信号処理回路 51b が形成されている。かかる信号処理回路は、各画素を順次駆動し信号電荷を得る駆動回路部と、各信号電荷をデジタル信号に変換する A/D 変換部と、このデジタル信号を用いて画像信号出力を形成する信号処理部等から構成されている。また、イメージセンサ 51 の受光側の平面の外縁近傍には、多数のパッド（図示略）が配置されており、ワイヤ W を介して基板 52 に接続されている。イメージセンサ 51 は、光電変換部 51a からの信号電荷をデジタル YUV 信号等の画像信号等に変換し、ワイヤ W を介して基板 52 上の所定の回路に出力する。ここで、Y は輝度信号、U (= R - Y) は赤と輝度との色差信号、V (= B - Y) は青と輝度信号との色差信号である。
20

なお、撮像素子は上記 CMOS 型のイメージセンサに限定されるものではなく、CCD 等の他のものを使用しても良い。

【0037】

基板 52 は、その一平面上で上記イメージセンサ 51 及び筐体 53 を支持する支持平板 52a と、支持平板 52a の背面（イメージセンサ 51 と反対側の面）にその一端部が接続されたフレキシブル基板 52b とを備えている。
30

支持平板 52a は、表裏面に設けられた多数の信号伝達用パッドを有しており、その一平面側で前述したイメージセンサ 51 のワイヤ W と接続され、背面側でフレキシブル基板 52b と接続されている。

フレキシブル基板 52b は、上記の如くその一端部が支持平板 52a と接続され、その他端部に設けられた外部出力端子 54 を介して支持平板 52a と外部回路（例えば、撮像ユニットを実装した上位装置が有する制御回路）とを接続し、外部回路からイメージセンサ 51 を駆動するための電圧やクロック信号の供給を受けたり、また、デジタル YUV 信号を外部回路へ出力したりすることを可能とする。さらに、フレキシブル基板 52b の長手方向の中間部が可撓性又は変形性を備え、その変形により、支持平板 52a に対して外部出力端子の向きや配置に自由度を与えていている。
40

【0038】

次に、筐体 53 及び撮像光学系 10 について説明する。筐体 53 は、基板 52 の支持平板 52a におけるイメージセンサ 51 が設けられた平面上に当該イメージセンサ 51 をその内側に格納した状態で接着により固定装備されている。そして、撮像光学系 10 は筐体 53 の内部に格納保持されている。かかる筐体 53 は、支持平板 52a 上においてイメージセンサ 51 を囲むように接着により固定装備された筒体 55 と、後述する撮像光学系 10 の第 1 レンズ L1, 第 2 レンズ L2, 第 3 レンズ L3 を格納支持する鏡筒 21 とを備えている。

そして、鏡筒 21 は筒体 55 の内側に螺入されて、これら相互間の連結状態を形成してい
50

る。また、鏡筒21は、イメージセンサ51側の端部が広く開口されると共に他端部は開口が設けられた有底の筒状体から形成されており、その開口が設けられた端部を物体側に向けて使用される。この鏡筒21の開口は、撮像光学系10の構成の一部であると共に撮像レンズ全系のFナンバーを決定する開口絞りSを構成している。

【0039】

図2に示すように、撮像光学系10は、物体側からの赤外線の入射を防ぐIR(赤外線)カットフィルタ23と、このIRカットフィルタ23よりもさらに物体側に配置された外部遮光マスク26と、物体側から絞りS、第1レンズL1、第2レンズL2、第3レンズL3の順に配置された撮像レンズと、鏡筒21内に各レンズL1、L2、L3を固定するレンズ押さえ22とを有している。10

この撮像光学系10は、絞りS及び各レンズL1、L2、L3を光学系として、CCD等の固体撮像素子に対して被写体像の結像を行うためのものである。なお、図1では上側を物体側、下側を像側としており、図2における一点鎖線を各レンズL1、L2、L3の共通する光軸とする。

【0040】

上記IRカットフィルタ23は矩形状に形成され、鏡筒21の物体側端面上において接着により保持されている。なお、IRカットフィルタ23についてはその形状が円形であっても良い。

また、外部遮光マスク26は、IRカットフィルタ23のさらに物体側において鏡筒21の物体側端面上に接着により固定されている。かかる外部遮光マスク26は光遮蔽板であって、その中央部に外光が通過可能な開口が設けられ、外部からの不要光の入射をできるだけ少なくするために設けられている。20

【0041】

鏡筒21の内部には、当該鏡筒21の中心線と各レンズL1、L2、L3の光軸とが一致した状態で当該各レンズL1、L2、L3が収容されている。かかる鏡筒21の内部は、物体側の端部からイメージセンサ側の端部に向かうに従って、その内径が三段階で徐々に大きくなるように設定されている。

【0042】

一方、各レンズL1、L2、L3はいずれも、その中心から所定範囲までが撮像レンズとしての機能を有する有効径の範囲に設定され、それよりも外側の部分は撮像レンズとして機能しないフランジ部に設定されている（各レンズL1、L2、L3におけるハッチングで示した部位）。そして、鏡筒21の物体側端部側の最も内径が小さい部位は、第1レンズL1のフランジ部の外周がはめ込み可能に設定されている。従って、かかる構造により鏡筒21の内部で第1レンズL1は保持される。30

【0043】

さらに、第1レンズL1のフランジ部であって、第2レンズL2との対向面上に円形の凹部が形成されている。これに対応して第2レンズL2のフランジ部であって第1レンズL1との対向面上には第1レンズL1の凹部にはめ込み可能な凸部が形成されている。そして、この凹部に凸部をはめ込んだ状態で第1レンズL1と第2レンズL2とは相互の光軸を精度よく一致させることができる。40

【0044】

さらに、第3レンズL3のフランジ部の外径は、第2レンズL2のフランジ部の外径よりも大きく設定されており、第3レンズL3のフランジ部であって、第2レンズL2との対向面上に円形の凹部が形成されている。かかる第3レンズL3の凹部の内径は、第2レンズL2のフランジ部の外周部がはめ込み可能に設定されている。そして、この凹部に第2レンズL2をはめ込んだ状態で第3レンズL3と第2レンズL2とは相互の光軸を精度よく一致させることができる。

【0045】

このように各レンズL1、L2、L3は上述の構造により、光軸を一致させた状態で相互に嵌合する。また、鏡筒21は、前述した底面側の最小径の内周部のみで第1レンズL1

を支持し、その他の内周部のいずれも各レンズL1, L2, L3に接触しない構造となっている。

【0046】

近年では、撮像装置全体の小型化を目的とし、同じ画素数の固体撮像素子であっても、画素ピッチが小さく、結果として受光部（光電変換部）の画面サイズの小さいものが開発されている。このような画面サイズの小さい固体撮像素子向けの撮像レンズは、同じ画角を確保するためには、全系の焦点距離を短くする必要があるため、各レンズの曲率半径や外径がかなり小さくなってしまう。従って、研磨加工により製造されるガラスレンズでは加工が困難となる。従って、各レンズL1, L2, L3はいずれもプラスチックを素材として射出成形により形成されていることが望ましい。また、撮像装置として、温度変化時の撮像レンズ全系の像点位置変動を小さく抑えたい場合においては、第1レンズをガラスモールドレンズとすることが望ましい。10

【0047】

そして、各レンズL1, L2, L3の光軸は、相互の嵌め合い精度に応じて一致させる構造を探っている。従って、各レンズL1, L2, L3は、鏡筒21等の撮像レンズの支持部材の精度に関わりなく、射出成形により可能な精度の範囲で各レンズL1, L2, L3の光軸を容易に一致させることができる構造をとる。さらに、各レンズL1, L2, L3の各凹部及び各凸部の軸方向の精度も射出成形により可能な精度とすることができるので、各レンズL1, L2, L3の光軸方向間隔も所定の精度を維持することができる。これらため、光学系の組み立て精度の向上を図ることが可能となる。さらに、組み立てが容易となり、生産性の向上も図っている。20

なお、各レンズL1, L2, L3の詳細な仕様は、後述する実施例において複数の具体例を用いて説明する。

【0048】

次に、レンズ押さえ22は、遮光性材料からなるリング状部材であり、その中央部が光の通過が可能なように開口が設けられている。また、レンズ押さえ22はその外径が鏡筒21のイメージセンサ側端部の内径よりもわずかに大きく設定され、各レンズL1, L2, L3を鏡筒21内に格納した状態で鏡筒21内に圧入される。かかるレンズ押さえ22は、各レンズL1, L2, L3に隙間を生じないように移動できなくなるまで鏡筒21の物体側端部に向かって圧入される。そして、鏡筒21とレンズ押さえ22との間に生じる応力に基づく摩擦力により各レンズL1, L2, L3と共に固定状態が維持される。30

【0049】

なお、レンズ押さえ22は、各レンズL1, L2, L3の軸方向移動を規制可能な状態で鏡筒21に装着できれば良く、その手段は上記の方法に限るものではない。例えば、鏡筒21の外周面とレンズ押さえ22の内周面の互いに相対する位置において、いずれか一方に突起を設け、他方に突起に嵌合する凹部を設けると共に、突起又は凹部が相手側から離れる方向に移動可能に弹性支持されているような連結構造や相互間にネジ溝を設けて螺合により結合させても良い。

【0050】

また、各レンズL1, L2, L3間には、第1の遮光マスク24と、第2の遮光マスク25とが配置されている。第1の遮光マスク24は、第2レンズL2の凸部の軸方向先端面に設けられた光軸を中心とする円形の窪みに配置される。かかる第1の遮光マスク24はリング状を呈しており、その中央穴の内径は、第2レンズL2の物体側の撮像レンズ有効径より若干小さく設定されている。そして、この第1の遮光マスク24は、上記窪みに配置されることにより、その中心線と各レンズL1, L2, L3の光軸とが一致した状態で、第1レンズL1と第2レンズL2との間に保持される。なお、上記窪みの深さは、第1の遮光マスク24の厚さよりもわずかに深く設定されており、第1レンズL1と第2レンズL2との嵌合状態における相互間距離に影響を及ぼさない構造となっている。40

【0051】

また、第2の遮光マスク25は、第3レンズL3の凹部の内底面に設けられた光軸を中心50

とする円形の窓みに配置される。かかる第2の遮光マスク25もまたリング状を呈しており、その中央穴の内径は、第2レンズL2の像側の撮像レンズ有効径より若干小さく設定されている。そして、この第2の遮光マスク25は、上記窓みに配置されることにより、その中心線と各レンズL1, L2, L3の光軸とが一致した状態で、第2レンズL2と第3レンズL3との間に保持される。なお、この場合もまた、上記窓みの深さは、第2の遮光マスク25の厚さよりもわずかに深く設定されており、第2レンズL2と第3レンズL3との嵌合状態における相互間距離に影響を及ぼさない構造となっている。

【0052】

上述した絞りSと各遮光マスク24, 25との相互の作用により、絞りSから入射した光が各レンズL1, L2, L3の撮像レンズ有効径の外側に入射することを防止し、ゴーストやフレアの発生を抑えることができる。10

【0053】

上述した撮像ユニット50の使用態様について説明する。図3は、撮像ユニット50を携帯端末或いは撮像装置としての携帯電話機100に装備した状態を示す。また、図4は携帯電話機100の制御ブロック図である。

撮像ユニット50は、例えば、撮像光学系における筐体53の物体側端面が携帯電話機100の背面（液晶表示部側を正面とする）に設けられ、液晶表示部の下方に相当する位置に配設される。

そして、撮像ユニット50の外部接続端子54は、携帯電話機100の制御部101と接続され、輝度信号や色差信号等の画像信号を制御部101側に出力する。20

一方、携帯電話機100は、図4に示すように、各部を統括的に制御すると共に、各処理に応じたプログラムを実行する制御部（CPU）101と、番号等をキーにより支持入力するための入力部60と、所定のデータの他に撮像した映像等を表示する表示部70と、外部サーバとの間の各種情報通信を実現するための無線通信部80と、携帯電話機100のシステムプログラムや各種処理プログラム及び端末ID等の必要な諸データを記憶している記憶部（ROM）91と、制御部101によって実行される各種処理プログラムやデータ、若しくは処理データ、或いは撮像ユニット50により撮像データ等を一時的に格納する作業領域として用いられる及び一時記憶部（RAM）92とを備えている。

そして、撮像ユニット50から入力された画像信号は、上記携帯電話機100の制御系により、記憶部92に記憶されたり、或いは表示部70で表示され、さらには、無線通信部80を介して映像情報として外部に送信される。30

【0054】

【実施例】

次に、撮像レンズの仕様について、実施例1～7に基づいて説明するが、各仕様はこれに限定されるものではない。ここで、各実施例に使用する記号は下記の通りである。

f : 焦点距離

fB : バックフォーカス

F : Fナンバー

2Y : 有効画面对角線長（固体撮像素子の矩形受光面における対角線長）

R : 屈折面の曲率半径

40

D : 屈折面の間隔

Nd : 撮像レンズ材料のd線での屈折率

v_d : 撮像レンズ材料のアッペ数

【0055】

また、各実施例において、非球面の形状は、面の頂点を原点とし光軸方向をX軸とした直交座標系において、頂点曲率をC、円錐定数をK、非球面係数をA4、A6、A8、A10、A12として以下の「数1」で表す。

【0056】

【数1】

$$X = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$

但し、 $h = \sqrt{Y^2 + Z^2}$

【0057】

(第1実施例)

撮像レンズデータを表1, 2, 3に示す。

【0058】

【表1】

(実施例1)

$$f=3.560 \text{ mm} \quad fB=1.617 \text{ mm} \quad F=2.82 \quad 2Y=4.24 \text{ mm}$$

面番号	R (mm)	D (mm)	N d	v d
絞り	∞	0.20		
1	3.052	1.24	1.53040	56.0
2	-2.078	0.41		
3	-0.892	0.82	1.58300	30.0
4	-2.639	0.20		
5	1.280	1.00	1.53040	56.0
6	2.150			

【0059】

【表2】

10

20

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned}K &= -1.6816 \\A_4 &= -1.0491 \times 10^{-2} \\A_6 &= -3.5682 \times 10^{-2} \\A_8 &= 2.3898 \times 10^{-2} \\A_{10} &= -3.9391 \times 10^{-2}\end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned}K &= 1.1166 \\A_4 &= 1.6224 \times 10^{-2} \\A_6 &= 1.9824 \times 10^{-2} \\A_8 &= -5.5354 \times 10^{-2} \\A_{10} &= 1.7107 \times 10^{-2}\end{aligned}$$

10

第3面

$$\begin{aligned}K &= -3.2715 \\A_4 &= -2.7322 \times 10^{-2} \\A_6 &= 7.3636 \times 10^{-2} \\A_8 &= -5.9771 \times 10^{-2} \\A_{10} &= -7.7937 \times 10^{-3} \\A_{12} &= 1.5014 \times 10^{-2}\end{aligned}$$

20

第4面

$$\begin{aligned}K &= -1.1677 \\A_4 &= 3.5006 \times 10^{-2} \\A_6 &= 1.5424 \times 10^{-2} \\A_8 &= -2.1565 \times 10^{-3} \\A_{10} &= -2.6532 \times 10^{-3} \\A_{12} &= 1.1001 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

30

第5面

$$\begin{aligned}K &= -3.8470 \\A_4 &= 1.4719 \times 10^{-2} \\A_6 &= -1.2455 \times 10^{-2} \\A_8 &= 9.7271 \times 10^{-4} \\A_{10} &= -1.1216 \times 10^{-4} \\A_{12} &= 4.4541 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

第6面

$$\begin{aligned}K &= -1.2236 \\A_4 &= -2.3884 \times 10^{-2} \\A_6 &= 5.3684 \times 10^{-4} \\A_8 &= -3.2130 \times 10^{-3} \\A_{10} &= 9.0104 \times 10^{-4} \\A_{12} &= -7.7247 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

40

【0060】
【表3】

実施例 1	
(1) L/2Y	1.30
(2) f1/f	0.71
(3) f3/f	1.20
(4) R3 / ((N2-1) · f)	-0.43
(5) ν1 - ν2	26.0

10

【0061】

図5は第1実施例の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図6は実施例1の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

第1レンズL1および第3レンズL3は、ポリオレフィン系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.01%以下である。また、第2レンズL2はポリカーボネイト系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.4%である。
20

【0062】

(実施例2)

撮像レンズデータを表4, 5, 6に示す。

【0063】

【表4】

(実施例2)

$$f=3.560 \text{ mm} \quad fB=1.608 \text{ mm} \quad F=2.82 \quad 2Y=4.24 \text{ mm}$$

30

面番号	R (mm)	D (mm)	Nd	νd
絞り	∞	0.20		
1	2.935	1.24	1.49700	56.0
2	-1.927	0.42		
3	-0.886	0.82	1.58300	30.0
4	-2.596	0.20		
5	1.217	1.00	1.49700	56.0
6	2.107			

40

【0064】

【表5】

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned}K &= -1.7943 \\A_4 &= -1.4869 \times 10^{-2} \\A_6 &= -1.0811 \times 10^{-2} \\A_8 &= -2.8303 \times 10^{-2} \\A_{10} &= 1.0732 \times 10^{-2}\end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned}K &= 1.2219 \\A_4 &= 4.6746 \times 10^{-2} \\A_6 &= 1.7599 \times 10^{-2} \\A_8 &= -5.4338 \times 10^{-2} \\A_{10} &= 2.5193 \times 10^{-2}\end{aligned}$$

10

第3面

$$\begin{aligned}K &= -3.4812 \\A_4 &= -2.3751 \times 10^{-2} \\A_6 &= 7.9632 \times 10^{-2} \\A_8 &= -5.7217 \times 10^{-2} \\A_{10} &= -8.2616 \times 10^{-3} \\A_{12} &= 1.4117 \times 10^{-2}\end{aligned}$$

20

第4面

$$\begin{aligned}K &= -1.3161 \\A_4 &= 3.5093 \times 10^{-2} \\A_6 &= 1.5006 \times 10^{-2} \\A_8 &= -2.4508 \times 10^{-3} \\A_{10} &= -2.4750 \times 10^{-3} \\A_{12} &= 1.0270 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

30

第5面

$$\begin{aligned}K &= -3.6750 \\A_4 &= 1.5979 \times 10^{-2} \\A_6 &= -1.1979 \times 10^{-2} \\A_8 &= 1.0441 \times 10^{-3} \\A_{10} &= -1.2424 \times 10^{-4} \\A_{12} &= -8.4000 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

第6面

$$\begin{aligned}K &= -1.0422 \\A_4 &= -2.3963 \times 10^{-2} \\A_6 &= 3.5702 \times 10^{-4} \\A_8 &= -3.2540 \times 10^{-3} \\A_{10} &= 8.9657 \times 10^{-4} \\A_{12} &= -7.7167 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

40

【0065】

【表6】

	実施例2
(1) L/2Y	1.30
(2) f1/f	0.71
(3) f3/f	1.17
(4) R3 / ((N2-1) · f)	-0.42
(5) ν1 - ν2	26.0

10

【0066】

図7は実施例2の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図8は実施例1の収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差)である。

第1レンズL1および第3レンズL3は、アクリル系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は1.3%である。また、第2レンズL2はポリカーボネイト系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.4%である。 20

【0067】

(実施例3)

レンズデータを表7, 8, 9に示す。

【0068】

【表7】

(実施例3)

$$f=3.676 \text{ mm} \quad fB=0.206 \text{ mm} \quad F=2.82 \quad 2Y=4.24 \text{ mm}$$

30

面番号	R (mm)	D (mm)	N d	ν d
絞り	∞	0.20		
1	2.424	1.45	1.49700	56.0
2	-2.712	0.38		
3	-1.000	0.84	1.58300	30.0
4	-2.768	0.12		
5	1.128	0.82	1.49700	56.0
6	1.693	1.00		
7	∞	0.70	1.54880	67.0
8	∞			

40

【0069】

【表8】

非球面係数

第1面	$K = 7.64631 \times 10^{-1}$ $A_4 = -7.26845 \times 10^{-3}$ $A_6 = -5.69191 \times 10^{-2}$ $A_8 = 7.54296 \times 10^{-2}$ $A_{10} = -4.47161 \times 10^{-2}$ $A_{12} = -5.03649 \times 10^{-3}$	
第2面	$K = 1.98965$ $A_4 = 1.79067 \times 10^{-2}$ $A_6 = -2.68448 \times 10^{-3}$ $A_8 = -6.25013 \times 10^{-2}$ $A_{10} = 2.87093 \times 10^{-2}$	10
第3面	$K = -4.49258$ $A_4 = -6.42404 \times 10^{-2}$ $A_6 = 6.50987 \times 10^{-2}$ $A_8 = -6.81812 \times 10^{-2}$ $A_{10} = -1.46910 \times 10^{-2}$ $A_{12} = 2.26546 \times 10^{-2}$	20
第4面	$K = -3.34513 \times 10^{-1}$ $A_4 = 3.51242 \times 10^{-2}$ $A_6 = 1.14274 \times 10^{-2}$ $A_8 = -2.19831 \times 10^{-3}$ $A_{10} = -1.88745 \times 10^{-3}$ $A_{12} = 8.06597 \times 10^{-4}$	
第5面	$K = -3.31732$ $A_4 = 1.43480 \times 10^{-2}$ $A_6 = -5.15036 \times 10^{-3}$ $A_8 = -4.56345 \times 10^{-5}$ $A_{10} = -3.96209 \times 10^{-4}$ $A_{12} = 4.88822 \times 10^{-5}$	30
第6面	$K = -7.81942 \times 10^{-1}$ $A_4 = -5.53581 \times 10^{-2}$ $A_6 = 1.38043 \times 10^{-2}$ $A_8 = -5.21437 \times 10^{-3}$ $A_{10} = 4.71073 \times 10^{-4}$ $A_{12} = 5.67539 \times 10^{-6}$	40

【0070】
 【表9】

実施例 3	
(1) L/2Y	1.30
(2) f1/f	0.77
(3) f3/f	1.25
(4) R3 / ((N2-1) · f)	-0.47
(5) ν1 - ν2	26.0

10

【0071】

図9は実施例3の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図10は実施例1の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

第1レンズL1および第3レンズL3は、アクリル系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は1.3%である。また、第2レンズL2はポリカーボネイト系のプラスチックレンズ 20で、飽和吸水率は0.4%である。なお、本実施例は、最も像側に水晶のローパスフィルタ相当の平行平板を配置した設計例である。

【0072】

(実施例4)

撮像レンズデータを表10, 11, 12に示す。

【0073】

【表10】

(実施例4)

$$f=4.451 \text{ mm} \quad fB=2.078 \text{ mm} \quad F=2.82 \quad 2Y=5.42 \text{ mm}$$

30

面番号	R (mm)	D (mm)	Nd	νd
絞り	∞	0.20		
1	3.796	1.50	1.53040	56.0
2	-2.602	0.51		
3	-1.115	1.00	1.58300	30.0
4	-3.299	0.25		
5	1.592	1.20	1.53040	56.0
6	2.698			

40

【0074】

【表11】

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned}K &= -1.7034 \\A_4 &= -6.3582 \times 10^{-3} \\A_6 &= -1.2005 \times 10^{-2} \\A_8 &= 4.6051 \times 10^{-3} \\A_{10} &= -5.7800 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned}K &= 1.4401 \\A_4 &= 7.6501 \times 10^{-3} \\A_6 &= 6.6607 \times 10^{-3} \\A_8 &= -1.1452 \times 10^{-2} \\A_{10} &= 2.3315 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

10

第3面

$$\begin{aligned}K &= -3.2788 \\A_4 &= -1.4018 \times 10^{-2} \\A_6 &= 2.3991 \times 10^{-2} \\A_8 &= -1.2591 \times 10^{-2} \\A_{10} &= -1.0571 \times 10^{-3} \\A_{12} &= 1.2895 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

20

第4面

$$\begin{aligned}K &= -1.8023 \\A_4 &= 1.8180 \times 10^{-2} \\A_6 &= 5.0794 \times 10^{-3} \\A_8 &= -4.4435 \times 10^{-4} \\A_{10} &= -3.5516 \times 10^{-4} \\A_{12} &= 9.4022 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned}K &= -3.8573 \\A_4 &= 7.5242 \times 10^{-3} \\A_6 &= -4.0947 \times 10^{-3} \\A_8 &= 1.9966 \times 10^{-4} \\A_{10} &= -1.5656 \times 10^{-5} \\A_{12} &= 5.3691 \times 10^{-7}\end{aligned}$$

30

第6面

$$\begin{aligned}K &= -1.2933 \\A_4 &= -1.2226 \times 10^{-2} \\A_6 &= 1.8232 \times 10^{-4} \\A_8 &= -6.7207 \times 10^{-4} \\A_{10} &= 1.2108 \times 10^{-4} \\A_{12} &= -6.7354 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

40

【0075】

【表12】

実施例 4	
(1) L/2Y	1.24
(2) f1/f	0.71
(3) f3/f	1.20
(4) R3 / ((N2-1) · f)	-0.43
(5) ν1 - ν2	26.0

10

【0076】

図11は実施例4の撮像レンズの断面図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図12は実施例1の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

第1レンズL1および第3レンズL3は、ポリオレフィン系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.01%以下である。また、第2レンズL2はポリカーボネイト系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.4%である。
20

【0077】

(第5実施例)

撮像レンズデータを表13, 14, 15に示す。

【0078】

【表13】

(実施例5)

$$f=4.298 \text{ mm} \quad fB=0.503 \text{ mm} \quad F=4.15 \quad 2Y=5.0 \text{ mm}$$

30

面番号	R (mm)	D (mm)	Nd	νd
絞り	∞	0.00		
1	6.859	1.20	1.58313	59.4
2	-2.876	1.00		
3	-1.211	0.80	1.60700	27.0
4	-3.191	0.10		
5	1.309	1.12	1.52500	56.0
6	1.947	0.64		
7	∞	0.30	1.51633	64.1
8	∞	0.20		
9	∞	0.45	1.51633	64.1
10	∞			

40

【0079】

【表14】

50

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned}K &= 0.375451 \\A_4 &= -3.20099 \times 10^{-2} \\A_6 &= -8.77267 \times 10^{-2} \\A_8 &= 4.38838 \times 10^{-1} \\A_{10} &= -7.72154 \times 10^{-1}\end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned}K &= -3.29483 \\A_4 &= -3.96590 \times 10^{-2} \\A_6 &= -3.49514 \times 10^{-2} \\A_8 &= 3.22673 \times 10^{-2} \\A_{10} &= -1.38774 \times 10^{-2}\end{aligned}$$

10

第3面

$$\begin{aligned}K &= -6.39263 \\A_4 &= -5.45430 \times 10^{-2} \\A_6 &= 6.71626 \times 10^{-2} \\A_8 &= -5.89742 \times 10^{-2} \\A_{10} &= 3.16951 \times 10^{-2} \\A_{12} &= -6.38272 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

20

第4面

$$\begin{aligned}K &= -0.564923 \\A_4 &= 2.91194 \times 10^{-2} \\A_6 &= 9.95040 \times 10^{-3} \\A_8 &= -3.16406 \times 10^{-3} \\A_{10} &= 6.04822 \times 10^{-4} \\A_{12} &= -1.51858 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned}K &= -4.25824 \\A_4 &= -2.17915 \times 10^{-3} \\A_6 &= -1.18080 \times 10^{-3} \\A_8 &= 1.55145 \times 10^{-4} \\A_{10} &= 5.72196 \times 10^{-5} \\A_{12} &= -1.12386 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

30

第6面

$$\begin{aligned}K &= -4.21390 \\A_4 &= -2.39973 \times 10^{-2} \\A_6 &= 5.44891 \times 10^{-3} \\A_8 &= -1.51952 \times 10^{-3} \\A_{10} &= 2.57636 \times 10^{-4} \\A_{12} &= -1.81089 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

40

【0080】
【表15】

	実施例 5
(1) L/2Y	1.21
(2) f1/f	0.85
(3) f3/f	1.11
(4) R3 / ((N2-1) · f)	-0.46
(5) ν1-ν2	32.4
(6) P23/P	-0.20

10

20

30

【0081】

図13は第5実施例の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図14は実施例5の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

第1レンズL1はガラスレンズである。また、第2レンズL2はポリエステル系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.7%、第3レンズL3は、ポリオレフィン系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.01%以下である。

なお、本実施例は最も像側に、赤外線カットフィルタ及び固体撮像素子のシールガラス相当の平行平板を配置した設計例である。

【0082】

(第6実施例)

撮像レンズデータを表16, 17, 18に示す。

【0083】

【表16】

(実施例 6)

$f=4.298 \text{ mm}$ $fB=0.504 \text{ mm}$ $F=4.15$ $2Y=5.0 \text{ mm}$

面番号	R (mm)	D (mm)	N d	v d
絞り	∞	0.00		
1	2.433	1.12	1.58313	59.4
2	-14.773	0.74		
3	-1.224	0.80	1.60700	27.0
4	-2.926	0.10		
5	1.473	1.18	1.52500	56.0
6	2.263	0.47		
7	∞	0.30	1.51633	64.1
8	∞	0.20		
9	∞	0.45	1.51633	64.1
10	∞			

【0084】

【表17】

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned}K &= 5.47631 \\A_4 &= -5.88427 \times 10^{-2} \\A_6 &= -1.01490 \times 10^{-1} \\A_8 &= 3.29430 \times 10^{-1} \\A_{10} &= -6.56990 \times 10^{-1}\end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned}K &= -49.9730 \\A_4 &= -3.98723 \times 10^{-2} \\A_6 &= -8.65969 \times 10^{-2} \\A_8 &= 5.89891 \times 10^{-2} \\A_{10} &= -5.34386 \times 10^{-2}\end{aligned}$$

10

第3面

$$\begin{aligned}K &= -6.30911 \\A_4 &= -1.57620 \times 10^{-1} \\A_6 &= 3.95791 \times 10^{-2} \\A_8 &= -9.27235 \times 10^{-2} \\A_{10} &= 1.10077 \times 10^{-2} \\A_{12} &= -7.06172 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

20

第4面

$$\begin{aligned}K &= 1.87037 \\A_4 &= 6.88364 \times 10^{-3} \\A_6 &= 1.45143 \times 10^{-2} \\A_8 &= -3.81261 \times 10^{-3} \\A_{10} &= 1.49218 \times 10^{-3} \\A_{12} &= 2.61317 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned}K &= -5.33572 \\A_4 &= -1.05776 \times 10^{-2} \\A_6 &= 3.53470 \times 10^{-4} \\A_8 &= 2.38176 \times 10^{-4} \\A_{10} &= -2.25288 \times 10^{-6} \\A_{12} &= -7.62576 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

30

第6面

$$\begin{aligned}K &= -4.81074 \\A_4 &= -3.27214 \times 10^{-2} \\A_6 &= 6.34048 \times 10^{-3} \\A_8 &= -1.53677 \times 10^{-3} \\A_{10} &= 2.48125 \times 10^{-4} \\A_{12} &= -1.77393 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

40

【0085】
【表18】

	実施例 6
(1) $L/2Y$	1.12
(2) f_1/f	0.85
(3) f_3/f	1.23
(4) $R_3 / ((N_2 - 1) \cdot f)$	-0.47
(5) $\nu_1 - \nu_2$	32.4
(6) P_{23}/P	-0.17

10

20

30

【0086】

図15は第6実施例の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図16は実施例6の収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差)である。

第1レンズL1はガラスレンズである。また、第2レンズL2はポリエステル系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.7%、第3レンズL3は、ポリオレフィン系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.01%以下である。

なお、本実施例は最も像側に、赤外線カットフィルタ及び固体撮像素子のシールガラス相当の平行平板を配置した設計例である。

【0087】

(第7実施例)

撮像レンズデータを表19, 20, 21に示す。

【0088】

【表19】

(実施例 7)

$f=4.350 \text{ mm}$ $f_B=0.518 \text{ mm}$ $F=4.15$ $2Y=5.0 \text{ mm}$

面番号	R (mm)	D (mm)	N d	v d
絞り	∞	0.00		
1	3.239	1.10	1.52500	56.0
2	-1.997	0.58		
3	-0.876	0.70	1.60700	27.0
4	-2.667	0.52		
5	1.576	1.30	1.52500	56.0
6	2.566	0.40		
7	∞	0.30	1.51633	64.1
8	∞	0.20		
9	∞	0.45	1.51633	64.1
10	∞			

【0089】

【表20】

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned}K &= -3.20933 \\A_4 &= -3.82364 \times 10^{-2} \\A_6 &= -2.63801 \times 10^{-2} \\A_8 &= -6.10239 \times 10^{-2} \\A_{10} &= 1.83338 \times 10^{-2}\end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned}K &= 1.90458 \\A_4 &= -4.63123 \times 10^{-2} \\A_6 &= -1.97770 \times 10^{-2} \\A_8 &= 6.47328 \times 10^{-2} \\A_{10} &= -4.45104 \times 10^{-2}\end{aligned}$$

10

第3面

$$\begin{aligned}K &= -2.39028 \\A_4 &= -2.30131 \times 10^{-1} \\A_6 &= 2.17675 \times 10^{-1} \\A_8 &= 1.70144 \times 10^{-1} \\A_{10} &= -3.53937 \times 10^{-1} \\A_{12} &= 1.51751 \times 10^{-1}\end{aligned}$$

20

第4面

$$\begin{aligned}K &= 1.70050 \\A_4 &= -6.05383 \times 10^{-2} \\A_6 &= 1.25158 \times 10^{-1} \\A_8 &= -1.45910 \times 10^{-2} \\A_{10} &= -1.18824 \times 10^{-2} \\A_{12} &= 3.53296 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned}K &= -5.22303 \\A_4 &= -3.24548 \times 10^{-2} \\A_6 &= 4.83320 \times 10^{-3} \\A_8 &= 2.02980 \times 10^{-4} \\A_{10} &= -2.19007 \times 10^{-4} \\A_{12} &= 1.07363 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

30

第6面

$$\begin{aligned}K &= -1.26552 \\A_4 &= -5.77008 \times 10^{-2} \\A_6 &= 7.93873 \times 10^{-3} \\A_8 &= -1.12663 \times 10^{-3} \\A_{10} &= 1.17517 \times 10^{-4} \\A_{12} &= -9.43985 \times 10^{-6}\end{aligned}$$

40

【0090】
【表21】

実施例 7	
(1) $L/2Y$	1.16
(2) f_1/f	0.58
(3) f_3/f	1.23
(4) $R_3 / ((N_2 - 1) \cdot f)$	-0.33
(5) $\nu_1 - \nu_2$	29.0

10

【0091】

図17は第7実施例の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図18は実施例7の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

第1レンズL1及び第3レンズL3は、ポリオレフィン系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.01%以下である。また、第2レンズL2はポリエステル系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.7%である。

なお、本実施例は最も像側に、赤外線カットフィルタ及び固体撮像素子のシールガラス相当の平行平板を配置した設計例である。

【0092】

なお、本実施例は、像側光束のテレセントリック特性については必ずしも十分な設計にはなっていない。テレセントリック特性とは、各像点に対する光束の主光線が、撮像レンズ最終面を射出した後、光軸とほぼ平行になることをいい、換言すれば光学系の射出瞳位置が像面から十分離れることである。テレセントリック特性が悪くなると、光束が固体撮像素子に対し斜めより入射し、画面周辺部において実質的な開口効率が減少する現象（シェーディング）が生じ、周辺光量不足となってしまう。しかし、最近の技術では、固体撮像素子の色フィルタやマイクロレンズアレイの配列の見直し等によって、前述のシェーディング現象を軽減することができる。従って、本実施例は、テレセントリック特性の要求が緩和された分について、より小型化を目指した設計例となっている。

30

【0093】

【発明の効果】

請求項1記載の発明は、最も物体側に開口絞りを配置することで射出瞳位置を像面から遠ざけることが可能となるため、例えば、固体撮像素子用の撮像レンズとして本発明を使用した場合に、固体撮像素子に必要な像側テレセントリック特性を良好に確保することが可能となる。

また、本発明は、比較的屈折力の大きい正の両凸形状の第1レンズと、負の第2レンズとを物体側前方に配置していることから、撮像レンズ全長の小型化を図っている。

40

【0094】

そして、第1レンズを両凸形状とすることで、当該第1レンズとして屈折力が大きなものを使用した場合に発生する球面収差の低減を図っている。

さらに、負の第2レンズの凹面を第1レンズ側に向けることで、凸面を向けた第1レンズとの近接配置を可能とし、これにより、球面収差、コマ収差、色収差等の諸収差の補正を良好且つ簡易に行うことを可能としている。

また、第3レンズを物体側に凸面を向けたメニスカス形状としているので、特に、像側の画面周辺部でのテレセントリック特性を良好に確保することを可能としている。

【0095】

50

以上のことから、本発明により、球面収差、コマ収差、色収差等の諸収差を有効に低減でき、テレセントリック特性を良好に維持しつつも、光軸方向の小型化を実現した撮像レンズを提供することが可能となる。

【0096】

請求項2記載の発明は、第3レンズが正の屈折力を有する構成したことから、いわゆるトリプレットタイプの撮像レンズ構成となり、歪曲収差等の軸外諸収差の補正や、テレセントリック特性の確保がより容易に行うことが可能となる。

【0097】

請求項3記載の発明は、正の第1レンズに非球面を用いことにより球面収差、コマ収差の補正を可能とし、負の第2レンズに非球面を用いることによりコマ収差、非点収差の補正が可能となる。
10

さらに、正の第3レンズは、最も像面に近接した位置に配置したことにより生じる軸上光線と周辺光線の通過高さの格差を利用して、画面周辺部の諸収差を軸上性能に影響を与えることなく非球面によって補正することが可能となる。特に、第2レンズの負の屈折力を強く設定した場合に発生する糸巻き型の歪曲収差の補正や像面湾曲の補正を効果的に行うことが可能となる。換言すれば、第2レンズの負の屈折力を強化することも可能となる。従って、本発明により、より良好な収差補正が可能となる。

【0098】

請求項4記載の発明は、撮像レンズ全長を規定し、小型化を達成するための条件式(1)により、その上限値を下回る設定とすることで、撮像レンズ全長を短くでき相乘的に撮像レンズ外径も小さくできる。従って、これにより、撮像装置全体の小型軽量化が可能となる。
20

さらに、正の第1レンズの屈折力を規定する条件式(2)に従い、その下限値を上回る設定とすることで、第1レンズの正の屈折力の増大を押さえ、第1レンズで発生する球面収差やコマ収差を小さく抑えることが可能となる。また極端に小さな曲率半径にはならないため、撮像レンズの加工性の観点からも好ましい。一方、式(2)の上限値を下回る設定とすることで、第1レンズの正の屈折力の過度の低下を抑制し、撮像レンズ全長の小型化に有利となる。

【0099】

また、正の第3レンズの屈折力を規定する条件式(3)に従い、その下限値を上回る設定とすることで、第3レンズの正の屈折力が過度に増大することを抑制するので、第1レンズとの正の屈折力配分が適切になり、撮像レンズ全長の小型化を図ることが可能となる。一方、その上限値を下回る設定とすることで、第3レンズの正の屈折力の過度の低下を防ぎ、歪曲収差の補正を良好に行うことができ、また像側光束のテレセントリック特性を確保することが可能となる。
30

【0100】

請求項5記載の発明は、条件式(4)に従うことにより、第2レンズ物体面側の負の屈折力が過大とならず、軸外光束のコマフレアの発生を抑えることができ、良好な画質を得ることが可能となる。

また、第2レンズ物体面側の負の屈折力を適切に維持されるので、正のペツツバール和が減少し、像面湾曲の補正が容易になると共に、正の第1レンズで発生する球面収差やコマ収差を良好に補正することが可能となる。
40

【0101】

請求項6記載の発明は、正の第1レンズと負の第2レンズでの色収差補正の条件式(5)の下限値を上回る設定とすることにより、軸上色収差、倍率色収差をバランス良く補正することができる。

【0102】

請求項7記載の発明では、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズ全てを射出成形により製造されるプラスチックレンズで構成しているため、曲率半径や外径の小さなレンズであっても、研磨加工により製造されるガラスレンズよりも大量生産が可能となる。
50

また、プラスチックレンズは、非球面化が容易なため、収差補正最寄り容易且つ的確に行うことが可能となる。

さらに、プラスチックレンズを用いるもう一つのメリットとしては、撮像レンズ有効径外側のフランジ部の形状を自由に設計できるため、取り付け部品点数の低減化を図ることができ、これにより、取り付け誤差を効果的に低減し、フランジ部の内径部または外径部を利用して、各レンズの光軸を容易に一致させることができる構造をとる等、光学系の組み立て精度の向上を図ることが可能となる。さらに、組み立てが容易となり、生産性も向上する。

【0103】

請求項8記載の発明では、各レンズについて、飽和吸水率が0.7%以下のプラスチック材料を用いることにより、急激な湿度変化による屈折率の不均一化を抑制し、より良好な結像性能を維持しながら、プラスチックレンズの利点を得ることが可能となる。10

【0104】

請求項9記載の発明は、第1—第2レンズの間隔、或いは第2—第3レンズの間隔の、少なくとも一方の間に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置しているので、上記各レンズのいずれかに外周部にフランジ部を設けた場合であっても、結像に必要な光束のみを通過させ、且つフランジ部への光の入射を最小限に抑えることができる。従って、フランジ部の存在によるゴーストやフレアの発生を抑えることが可能となる。このため、遮光マスクの配置に応じて、第1~3の各レンズの取り付けや位置決めを容易化するフランジ部を積極的にレンズ外周に設けることが可能となる。20

【0105】

請求項10記載の発明は、第1レンズをガラス材料とすることにより、第1レンズの温度変化時の屈折率変化が無視でき、撮像レンズ全系での温度変化時の像点位置変動を小さく抑えることが可能となる。

さらに、第2、第3レンズをプラスチック材料とすることから、一体成形により撮像レンズ有効径外側のフランジ部の形状を自由に設計することも可能となる。仮に、各レンズのフランジ部を相互に嵌合自在とした場合には、複数枚のレンズの光軸を容易に一致させることができる構造をとることができる。さらに、フランジが各レンズ間隔を規定する構造とした場合には、スペーサーを不要とし、部品点数の軽減により生産性の向上を図ることが可能となる。30

また、レンズをプラスチック材料を形成することからレンズに非球面を容易に形成することが可能となり、収差補正を容易に行なうことが可能となる。

従って、プラスチック材料による影響を低減した上で、プラスチック材料がもたらす効果である小型軽量化と低コスト化を実現することが可能となる。

また、第1レンズをガラスレンズとすることで、傷つきやすいプラスチックレンズを露出させる必要がなく保守性の向上を図ることが可能である。

【0106】

請求項11記載の発明は、条件式(6)を満たすように設定することにより、プラスチックレンズの合成焦点距離を大きく設定して屈折力の総和を小さく抑え、温度変化時の像点位置変動を小さく抑えることが可能となる。40

【0107】

請求項12記載の発明では、第2、第3レンズについて、飽和吸水率が0.7%以下のプラスチック材料を用いることにより、急激な湿度変化による屈折率の不均一化を抑制し、より良好な結像性能を維持しながら、プラスチックレンズの利点を得ることが可能となる。

【0108】

請求項13記載の発明は、第1—第2レンズの間隔、或いは第2—第3レンズの間隔の、少なくとも一方の間に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置しているので、上記第2、第3レンズのいずれかに外周部にフランジ部を設けた場合であっても、当該フランジ部の存在によるゴーストやフレアの発生を抑えることが可能となる。このため、遮光マスク50

の配置に応じて、第2、第3レンズの取り付けや位置決めを容易化するフランジ部を積極的にレンズ外周に設けることが可能となる。

【0109】

請求項14記載の発明によれば、上述した各効果を実現可能な撮像レンズを搭載することにより、小型化、軽量化、高画質化等の利点を備える撮像装置を提供することが可能である。

【0110】

請求項15記載の発明によれば、上述した各効果を実現可能な撮像レンズを搭載することにより、小型化、軽量化、高画質化等の利点を備える撮像ユニットを提供することが可能である。

10

【0111】

請求項16記載の発明によれば、上述した各効果を実現可能な撮像ユニットを搭載することにより、小型化、軽量化を図りつつ、高画質な撮像が可能な携帯端末を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】発明の実施形態たる撮像ユニットの斜視図である。

【図2】本発明の実施形態たる撮像レンズユニットの各レンズの光軸を含む断面における断面図を示している。

【図3】図3(A)は撮像ユニットを適用した携帯電話機の正面図、図3(B)は撮像ユニットを適用した携帯電話機の背面図を示す。

20

【図4】図3の携帯電話機の制御プロック図である。

【図5】実施例1のレンズ配置を示す説明図である。

【図6】実施例1の収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差)である。

【図7】実施例2の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図8】実施例2の収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差)である。

【図9】実施例3の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図10】実施例3の収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差)である。

30

【図11】実施例4の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図12】実施例4の収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差)である。

【図13】実施例5の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図14】実施例5の収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差)である。

【図15】実施例6の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図16】実施例6の収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差)である。

【図17】実施例7の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図18】実施例7の収差図(球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差)である。

40

【符号の説明】

10 撮像光学系(撮像レンズ)

50 撮像ユニット

100 携帯電話機(携帯端末)

L1 第1レンズ

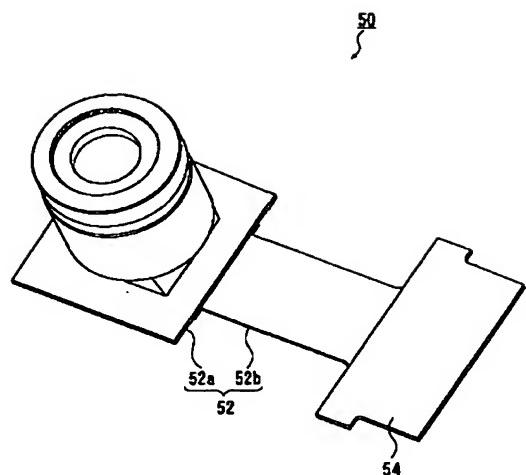
L2 第2レンズ

L3 第3レンズ

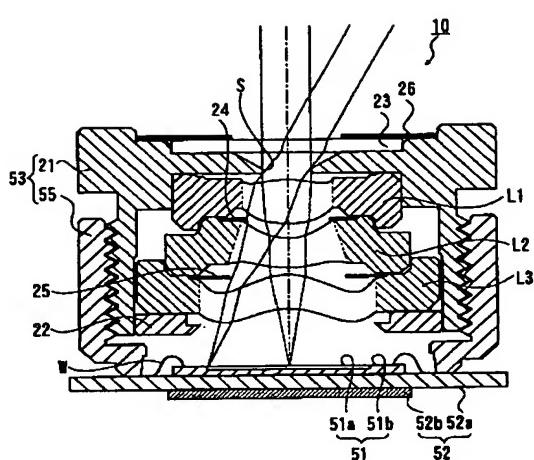
S 開口絞り

50

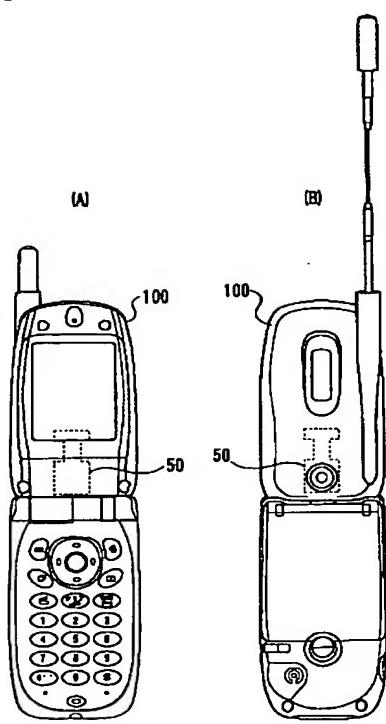
【図 1】



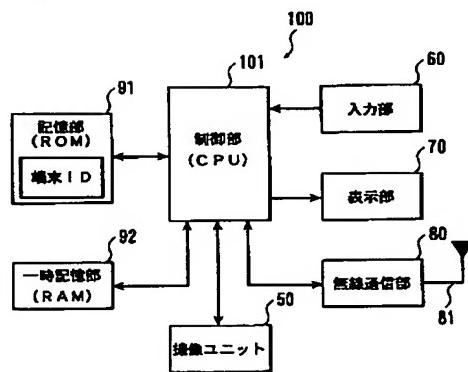
【図 2】



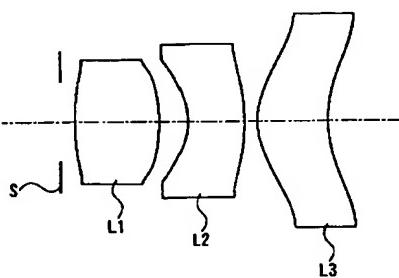
【図 3】



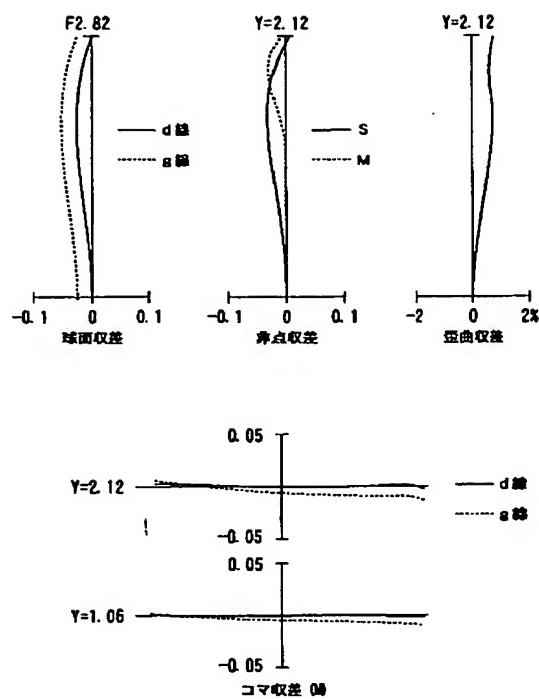
【図 4】



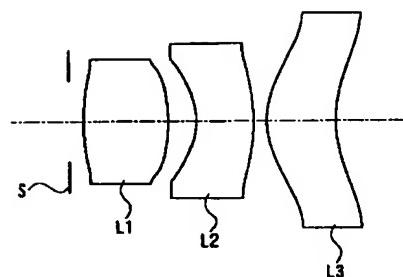
【図 5】



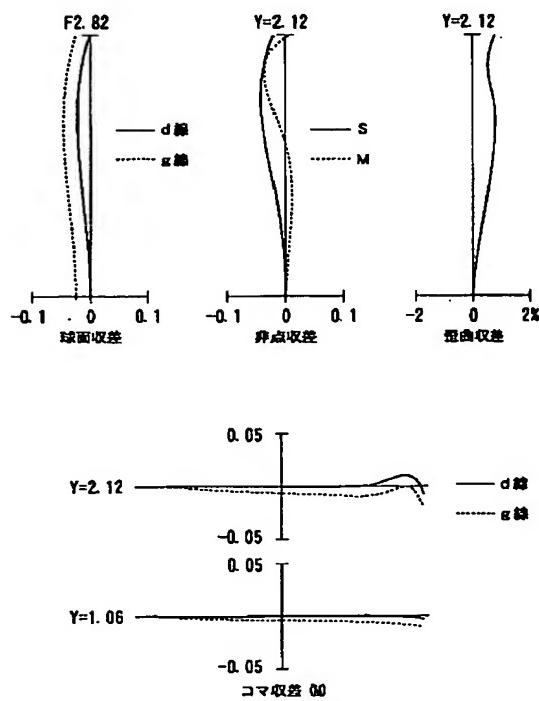
【図 6】



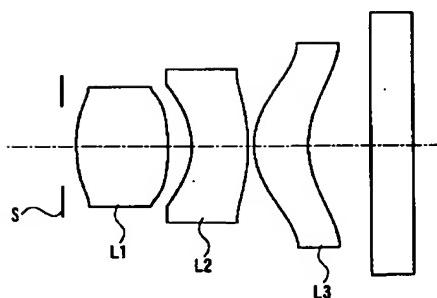
【図 7】



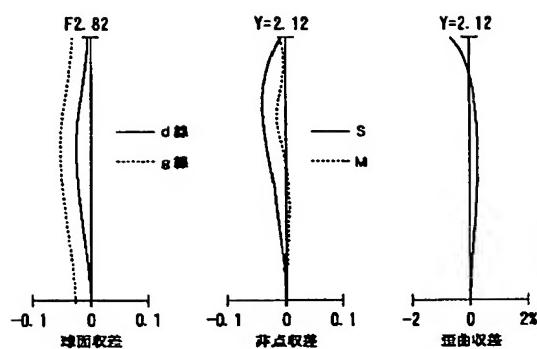
【図 8】



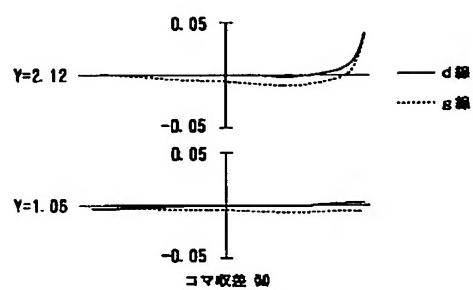
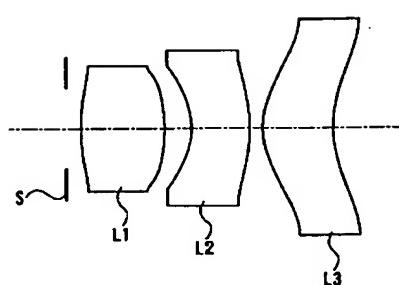
【図 9】



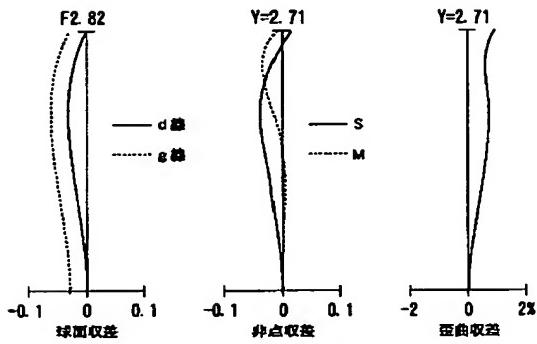
【図 1 0】



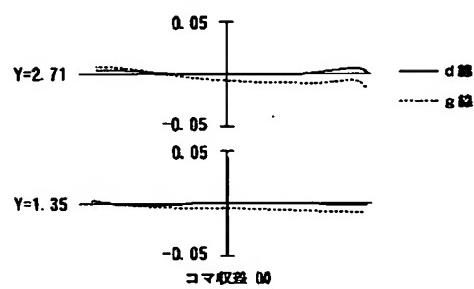
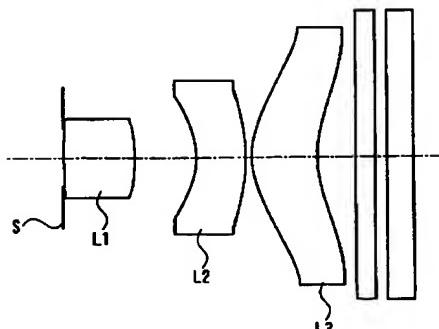
【図 1 1】



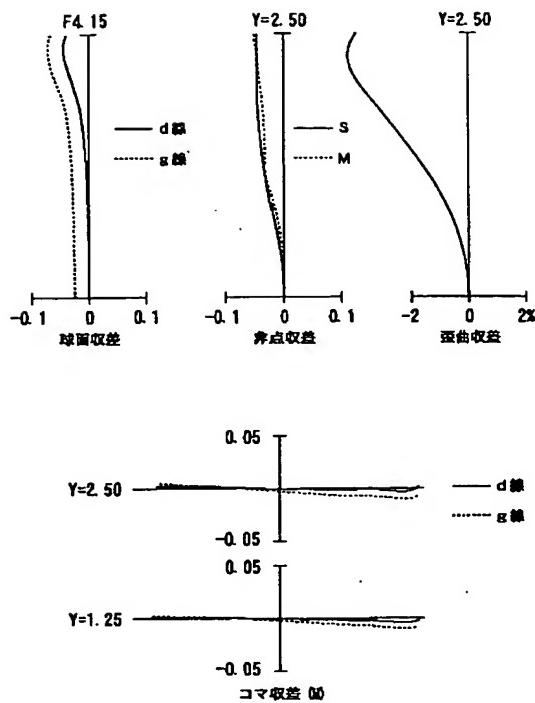
【図 1 2】



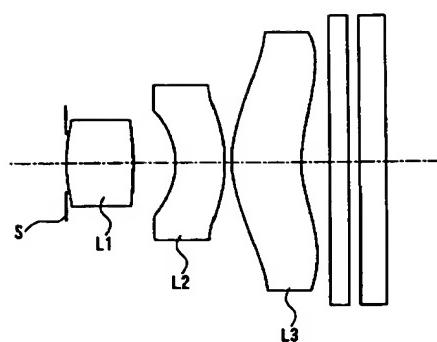
【図 1 3】



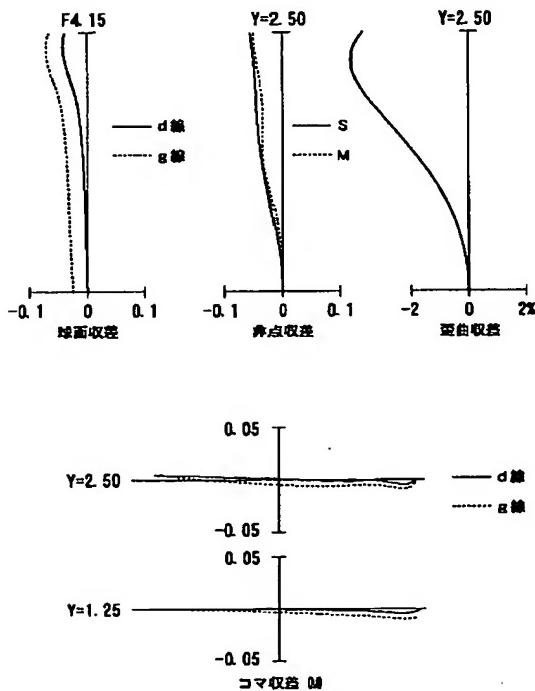
【図 1 4】



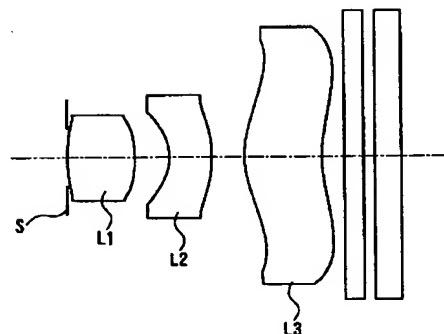
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 1 7】



[図 18]

